

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-193538

(43)Date of publication of application : 14.07.2000

(51)Int.Cl.

G01L 1/14

G01L 5/00

G01L 5/16

(21)Application number : 10-370140

(71)Applicant : NITTA IND CORP

(22)Date of filing : 25.12.1998

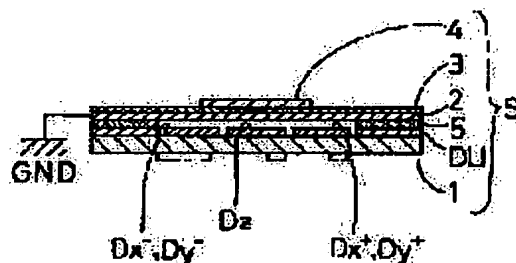
(72)Inventor : MORIMOTO HIDEO

(54) CAPACITANCE-TYPE INNER FORCE SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a sensor low in height with satisfactory sensitivity by constituting a variable capacitance part out of a substrate in which one electrode is formed and an electrode plate arranged opposingly to the electrode to be elastically deformed by squeezing, providing a potential difference between both terminals of the variable capacitance part, and changing capacitance by squeezing operation.

SOLUTION: An operating part S is formed of a circuit pattern DU, a substrate 1 in which electrodes Dx+, Dx-, Dy+, Dy-, and Dz are formed, a conductive metal plate 2 arranged on the substrate 1 opposingly with gaps to the electrodes Dx+, Dx-, Dy+, Dy-, and Dz, a decorative film 3, an operating button 4, and an adhesive double coated tape 5 as an adhesive and a spacer. In the operating part S, a variable capacitance part is formed of the metal plate 2 and the electrodes Dx+, Dx-, Dy+, Dy-, and Dz. Then, capacitance is changed when the sizes of gaps between the metal plate 2 and the electrodes Dx+, Dx-, Dy+, Dy-, and Dz are changed by the push of the operating button 4.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.07.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも一つの電極が形成された基板と、押し込むことにより弾性変形し且つ前記電極と対向配置された電極板とから可変静電容量部を構成させると共に、前記可変静電容量部の両端子間に電位差を設け、前記電極板に対して押し込み操作することにより、前記可変静電容量部の静電容量が変化するようにしてあることを特徴とする静電容量式力覚センサ。

【請求項 2】 基板には、 180° 間隔で設けられた二個の電極が形成されており、これら電極と電極板とにより X 軸の可変静電容量部を構成させてあることを特徴とする請求項 1 記載の静電容量式力覚センサ。

【請求項 3】 基板には、 90° 間隔で設けられた四個の電極が形成されており、一方の対向する電極と電極板により X 軸の可変静電容量部を、他方の対向する電極と電極板により Y 軸の可変静電容量部を、それぞれ構成させてあることを特徴とする請求項 1 記載の静電容量式力覚センサ。

【請求項 4】 90° 間隔で設けられた四個の電極により囲まれた基板部分に中央の電極を形成し、前記中央の電極と電極板とにより Z 軸の可変静電容量部を構成させてあることを特徴とする請求項 3 記載の静電容量式力覚センサ。

【請求項 5】 電極板が、導電性を有する金属板であるか、弾性を有する板材の片面に導電性を有する金属箔を形成した板状体であるか、又は導電性ゴム板であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の静電容量式力覚センサ。

【請求項 6】 X 軸の各可変静電容量部に固定抵抗を組み合わせて二つの時定数回路を設けると共にこれら両時定数回路からの出力をロジック IC に入力するものとし、更に、各時定数回路に位相をずらせた方形波又は正弦波の入力クロックを入力したものとしてあり、電極板への押し込み力による可変静電容量部の静電容量の変化に伴う時定数回路の時定数の変化に応じて、ロジック IC の出力クロックのデューティ%が変化するようにしてあることを特徴とする請求項 2 記載の静電容量式力覚センサ。

【請求項 7】 X・Y 軸別にそれぞれの軸の各可変静電容量部に固定抵抗を組み合わせて二つの時定数回路を設けると共にこれら両時定数回路からの出力をロジック IC に入力するものとし、更に、各時定数回路に位相をずらせた方形波又は正弦波の入力クロックを入力したものとしてあり、電極板への押し込み力による可変静電容量部の静電容量の変化に伴う時定数回路の時定数の変化に応じて、ロジック IC の出力クロックのデューティ%が変化するようにしてあることを特徴とする請求項 3 記載の静電容量式力覚センサ。

【請求項 8】 ロジック IC が、排他的論理和回路であることを特徴とする請求項 6 又は 7 記載の静電容量式力

覚センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、静電容量式の力覚センサに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の静電容量式の力覚センサとしては、例えば図 10 に示すようなものがある。この力覚センサは、図 10 に示すように、電極 D_{x+} 、 D_{x-} 、 D_{y+} 、 D_{y-} 、 D_z を有する基板 90 と、円形の皿状に形成され且つ前記基板 90 と小間隔を設けて配置された電極板 D と、前記電極板 91 の中央部に立設されたスティック 91 とから構成されており、電極 D_{x+} 、 D_{x-} 、 D_{y+} 、 D_{y-} 、 D_z に電圧をかけると共に電極板 D を接地するようにしている。また、前記センサでは、図 12 に示すような電子回路（ブロック図）を具備させてあり、電極板 D と電極 D_{x+} 、 D_{x-} 、 D_{y+} 、 D_{y-} 、 D_z との間の静電容量を電圧として出力できるようにしてある。

【0003】 このセンサは上記のような構成であるから、例えばスティック 91 の X 軸方向の傾倒操作により図 11 に示すように、電極板 D と電極 D_{x+} との隙間が小さくなってこれら相互間の静電容量が増加すると共に、電極板 D と電極 D_{x-} との隙間が大きくなってこれら相互間の静電容量が減少する。そして、上記電子回路により、電極板 D と電極 D_{x+} 相互間の静電容量と対応する電圧 V_1 と、電極板 D と電極 D_{x-} 相互間の静電容量と対応する電圧 V_2 との差がアンプ回路により増幅され、電圧として出力される。

【0004】 したがって、この力覚センサを使用し、操作力の方向とカーソルの移動方向とを対応させ、操作力の大きさとカーソルの移動速度とを対応させるようにすれば、例えばコンピュータのポインティングデバイスを構成させることができる。

【0005】 しかしながら、上記力覚センサは、スティック 91 の存在によりあまり薄くできないという問題がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 そこで、この発明では、感度が良好であり且つ高が低い静電容量式力覚センサを提供することを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】（請求項 1 記載の発明）この発明の静電容量式力覚センサは、少なくとも一つの電極が形成された基板と、押し込むことにより弾性変形し且つ前記電極と対向配置された電極板とから可変静電容量部を構成させると共に、前記可変静電容量部の両端子間に電位差を設け、前記電極板に対して押し込み操作することにより、前記可変静電容量部の静電容量が変化するようにしてある。

（請求項 2 記載の発明） この発明の静電容量式力覚セン

サは、請求項1記載の発明に関して、基板には、 180° 間隔で設けられた二個の電極が形成されており、これら電極と電極板とによりX軸の可変静電容量部を構成させてある。

(請求項3記載の発明) この発明の静電容量式力覚センサは、請求項1記載の発明に関して、基板には、 90° 間隔で設けられた四個の電極が形成されており、一方の対向する電極と電極板によりX軸の可変静電容量部を、他方の対向する電極と電極板によりY軸の可変静電容量部を、それぞれ構成させてある。

(請求項4記載の発明) この発明の静電容量式力覚センサは、請求項3記載の発明に関して、 90° 間隔で設けられた四個の電極により囲まれた基板部分に中央の電極を形成し、前記中央の電極と電極板とによりZ軸の可変静電容量部を構成させてある。

(請求項5記載の発明) この発明の静電容量式力覚センサは、請求項1乃至4のいずれかに記載の発明に関して、電極板が、導電性を有する金属板であるか、弾性を有する板材の片面に導電性を有する金属箔を形成した板状体であるか、又は導電性ゴム板であるものとしてい

(請求項6記載の発明) この発明の静電容量式力覚センサは、請求項2記載の発明に関して、X軸の各可変静電容量部に固定抵抗を組み合わせて二つの時定数回路を設けると共にこれら両時定数回路からの出力をロジックICに入力するものとし、更に、各時定数回路に位相をずらせた方形波又は正弦波の入力クロックを入力したものと

としてあり、電極板への押し込み力による可変静電容量部の静電容量の変化に伴う時定数回路の時定数の変化に応じて、ロジックICの出力クロックのデューティ%が変化するようにしてある。

(請求項7記載の発明) この発明の静電容量式力覚センサは、請求項3記載の発明に関して、X・Y軸別にそれぞれの軸の各可変静電容量部に固定抵抗を組み合わせて二つの時定数回路を設けると共にこれら両時定数回路からの出力をロジックICに入力するものとし、更に、各時定数回路に位相をずらせた方形波又は正弦波の入力クロックを入力したものと

としてあり、電極板への押し込み力による可変静電容量部の静電容量の変化に伴う時定数回路の時定数の変化に応じて、ロジックICの出力クロックのデューティ%が変化するようにしてある。

(請求項8記載の発明) この発明の静電容量式力覚センサは、請求項6又は7記載の発明に関して、ロジックICが、排他的論理和回路である。

【0008】この発明の静電容量式力覚センサの機能については、以下の発明の実施の形態の欄で詳述する。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図面に従って説明する。

(実施形態1) 図1及び図2は静電容量式力覚センサの

操作部Sを示し、図3は静電容量式力覚センサを構成する電子回路Kを示している。以下に操作部S及び電子回路Kを詳述する。

〔操作部Sについて〕操作部Sは、図1や図2に示すように、回路パターンDU及び電極 D_{x+} 、 D_{x-} 、 D_{y+} 、 D_{y-} 、 D_z が形成された基板1と、電極 D_{x+} 、 D_{x-} 、 D_{y+} 、 D_{y-} 、 D_z とギャップを設けて対向すべく基板1上に配置された導電性を有する金属板2

(課題を解決するための手段の欄に記載の電極板と対応する)と、前記金属板2の上面を被覆する化粧フィルム3と、前記化粧フィルム3の上面に貼設された低い操作ボタン4と、前記回路パターンDUとこれに対応する金属板2部分とを接着し且つスペーサとして機能する両面テープ5とから構成されている。

【0010】ここで、この操作部Sでは、金属板2と電極 D_{x+} 、 D_{x-} 、 D_{y+} 、 D_{y-} 、 D_z とにより、図3に示されている可変静電容量部 C_{x+} 、 C_{x-} 、 C_{y+} 、 C_{y-} 、 C_z が形成されており、操作部Sに力が作用しない状態においては、機械的対称性から〔可変静電容量部 C_{x+} の静電容量〕＝〔可変静電容量部 C_{x-} の静電容量〕、〔可変静電容量部 C_{y+} の静電容量〕＝〔可変静電容量部 C_{y-} の静電容量〕、〔可変静電容量部 C_z の静電容量〕＝〔固定静電容量部 C_{z-} の静電容量〕となるように設定してある。そして、金属板2と電極 D_{x+} 、 D_{x-} 、 D_{y+} 、 D_{y-} 、 D_z と相互間のギャップの大きさが変化したときには静電容量が変化するようになっている。

〔静電容量式力覚センサを構成する電子回路Kについて〕静電容量式力覚センサを構成する電子回路Kは、図3に示すように、上段のX軸回路K1と、中段のY軸回路K2と、下段のZ軸回路K3から構成されている。

【0011】X軸回路K1は、図3に示すように、可変静電容量部 C_{x+} 、 C_{x-} をそれぞれ固定抵抗 R_1 、 R_2 と組み合わせて時定数回路T1、T2を構成すると共に、これら時定数回路T1、T2からの出力をEXORロジックIC〔符号IC1〕の入力部に接続してあり、更に、各時定数回路T1、T2に位相をずらせた方形波(正弦波でもよい)の入力クロック CL_{I1} 、 CL_{I2} を入力したものとしている。

【0012】Y軸回路K2は、図3に示すように、可変静電容量部 C_{y+} 、 C_{y-} をそれぞれ固定抵抗 R_3 、 R_4 と組み合わせて時定数回路T3、T4を構成すると共に、これら時定数回路T3、T4からの出力をEXORロジックIC〔符号IC2〕の入力部に接続してあり、更に、各時定数回路T3、T4に位相をずらせた方形波(正弦波でもよい)の入力クロック CL_{I1} 、 CL_{I2} を入力したものとしている。

【0013】Z軸回路K3は、図3に示すように、可変・固定静電容量部 C_{z+} 、 C_{z-} をそれぞれ固定抵抗 R_5 、 R_6 と組み合わせて時定数回路T5、T6を構成す

と共に、これら時定数回路T5、T6からの出力をEX-ORロジックIC〔符号IC3〕の入力部に接続しており、更に、各時定数回路T5、T6に位相をずらせた方形波（正弦波でもよい）の入力クロックCL11、CL12を入力したものとしている。

【0014】なお、上記固定抵抗の抵抗値は $R1=R2$ 、 $R3=R4$ 、 $R5=R6$ としてあり、これにより、操作部Sに力が作用しない状態において、回路K1～回路K3の入力端子に接続されている積分回路の時定数を等しくしてある（回路パターンに発生する抵抗、容量成分は無視する）。

〔静電容量式力覚センサの機能について〕今、図4に示す如く可変静電容量部Cx+の電極間ギャップが小さくなるように操作ボタン4を押すと、同図に示すように、（可変静電容量部Cx+の電極間ギャップ）<（可変静電容量部Cx-の電極間ギャップ）となる。

【0015】一般に静電容量 $=\epsilon \times (s/d)$

*

*〔 ϵ ：誘電率、 s ：電極面積、 d ：電極間ギャップ〕が成立するので、（可変静電容量部Cx+の静電容量）>（可変静電容量部Cx-の静電容量）となる。なお、（可変静電容量部Cy+の静電容量）、（可変静電容量部Cy-の静電容量）も変化するが、機械的対称性によりその変化はほぼ等しくなる。

【0016】また、図5に示す如く操作ボタン4を押すと、可変静電容量部Cz+の電極間ギャップが小さくなる。この場合、可変静電容量部Cx+、Cx-、Cy+、Cy-の電極間ギャップについても小さくなるが、その量は可変静電容量部Cz+に比べて少ない。

【0017】ここで、操作ボタン4の押し込み操作による可変静電容量部Cx+、Cx-、Cy+、Cy-、Cz+の変化についてまとめると、表1のようになる。

【0018】

〔表1〕

操作ボタンに 加える力の位置	静電容量の変化				
	CX+	CX-	CY+	CY-	CZ+
DX+との対向部	++	※	+	+	+
DX-との対向部	※	++	+	+	+
DY+との対向部	+	+	++	※	+
DY-との対向部	+	+	※	++	+
DZ+との対向部	+	+	+	+	++

++：大きく増加する

＋：少し増加する

※：押し方により不定だが変化は少ない（どちらとも言えない）

【0019】操作ボタン4を押し込む方向にだけ考えたが、何らかの方法で逆に操作ボタン4を引けば、静電容量の変化は表1に示したものと逆になる。

【0020】また、図3の回路の動作を考えると、タイムチャートは図6のようになる。入力クロックCL12は入力クロックCL11に比べて Δt だけ位相が遅れている。このため時定数 $R1 \times (Cx+)$ ＝時定数 $R2 \times (Cx-)$ であるがEX-ORロジックIC〔符号IC1〕から(c)の如く入力クロックCL11、CL12の位相差に応じたパルスが出力される（無負荷時）。

【0021】今、操作ボタン4を図4に示すように押し込むと、可変静電容量部Cx+の静電容量が大きく変化して、回路の時定数は $[(Cx+) + \Delta C1] \times R1 >$

40 $[(Cx-) + \Delta C2] \times R2$ となり、B点の電圧波形(b)は電圧波形(b')のように大きく変化する。しかし、A点の電圧波形(a)はほとんど変化せず、電圧波形(a')となる。

【0022】EX-ORロジックIC〔符号IC1〕では上記A点、B点での電圧波形の変化に対応して(c')の出力のように出力パルスの時間幅が $\Delta t1$ 、 $\Delta t2$ だけ増加する。この $\Delta t1$ 、 $\Delta t2$ は操作ボタン4を押し込む強さと方向に対応する。このことはY軸回路K2を構成するEX-ORロジックIC〔符号IC2〕の出力、Z軸回路K3を構成するEX-ORロジックIC〔符号IC3〕の出力についても同様である。

50 【0023】したがって、各EX-ORロジックIC

【符号 IC1, IC2, IC3】からは、操作ボタン4を押し込む方向と強さに応じたデューティのパルスが出力される。なお、この出力パルスはローパスフィルタを通すことにより簡単にアナログ電圧に変換できる。

【0024】以上のことから、図7に示すように、適切な処理回路やコンピュータのデバイスドライバを用意すれば、コンピュータ用のカーソル座標制御装置に供することができる。

【実施形態2】この実施形態2の静電容量式力覚センサでは、図8に示すように、上記実施形態1の操作部Sの化粧フィルム3及び操作ボタン4と対応する部分を、シリコンゴムにより一体的に形成したゴム部材6としてあり、当該ゴム部材6を金属板2に接着剤7で接着している。そして、この実施形態2では、ハウジングHと固定部Fとにより操作部Sを厚み方向に挟持するようにしてある。

【0025】なお、上記した金属板2を、金属箔又は導電性ゴムにかえたものとすることができる。

【実施形態3】この実施形態3の静電容量式力覚センサでは、操作部Sが図9に示すように、逆皿状に形成した金属板2を、基板1上に形成した回路パターンDUに両面テープ5により貼設するようにしたものとしてある。

【0026】

【発明の効果】この発明は上記構成を有するものであるから以下の効果を奏する。

【0027】発明の実施の形態段の欄の説明から明らかに、感度が良好であり且つ嵩が低い静電容量式力覚センサを提供できた。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施形態1の静電容量式力覚センサの操作部の断面図。

【図2】前記操作部を構成する基板上に形成された電極及び回路パターンの平面図。

【図3】前記静電容量式力覚センサの電子回路の説明

図。

【図4】前記操作部の操作ボタンを押し込んだ状態を示す断面図。

【図5】前記操作部の操作ボタンを押し込んだ状態を示す断面図。

【図6】前記静電容量式センサの入力クロック、出力クロック等の関係を示す説明図。

【図7】前記静電容量式力覚センサをコンピュータ用のカーソル座標制御装置として利用する場合のブロック図。

【図8】この発明の実施形態2の静電容量式力覚センサの操作部の断面図。

【図9】この発明の実施形態3の静電容量式力覚センサの操作部の断面図。

【図10】先行する技術の静電容量式力覚センサの操作部の断面図。

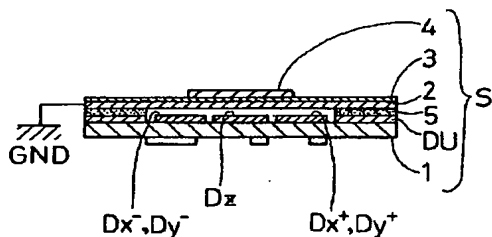
【図11】先行する技術の静電容量式力覚センサの操作部を操作したときの断面図。

【図12】先行する技術の静電容量式力覚センサの電子回路の説明図。

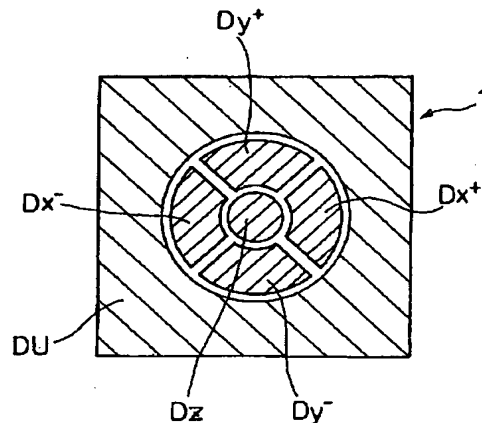
【符号の説明】

1	基板
2	金属板
Dx+	電極
Dx-	電極
Dy+	電極
Dy-	電極
Dz+	電極
Cx+	可変静電容量部
Cx-	可変静電容量部
Cy+	可変静電容量部
Cy-	可変静電容量部
Cz+	可変静電容量部
Cz-	固定静電容量部

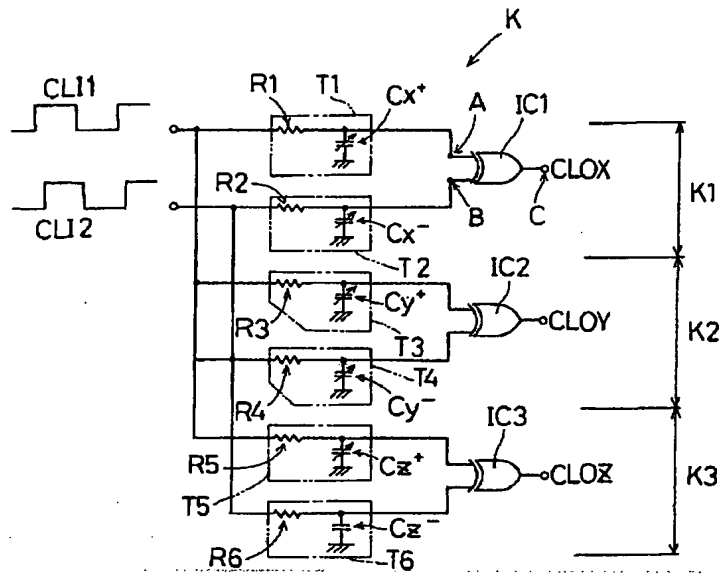
【図1】



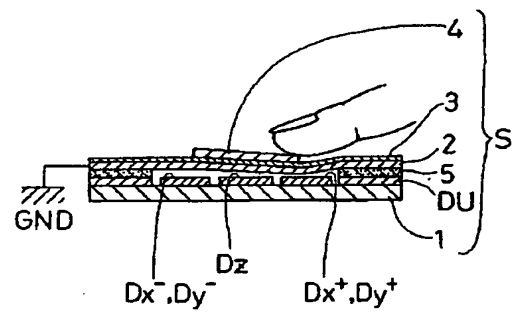
【図2】



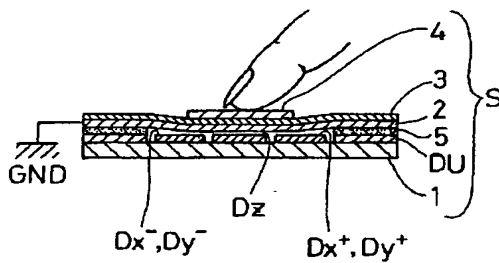
【図3】



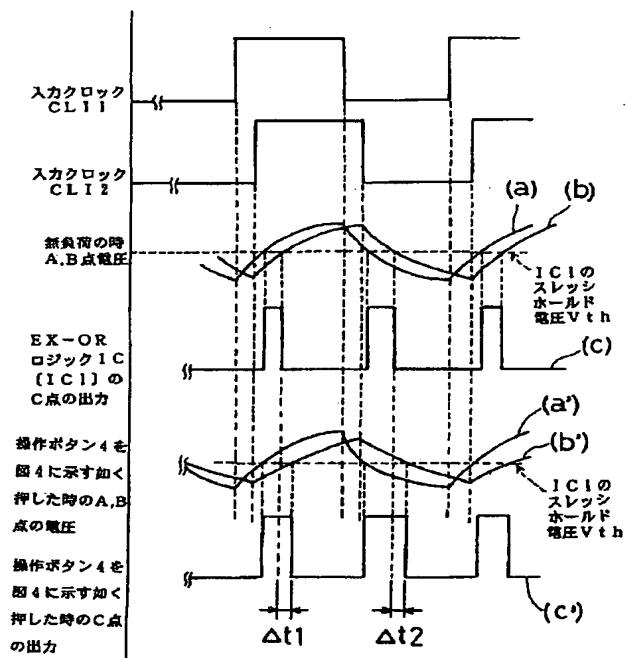
【図4】



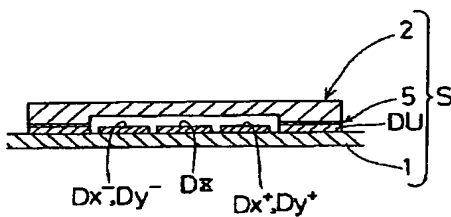
【図5】



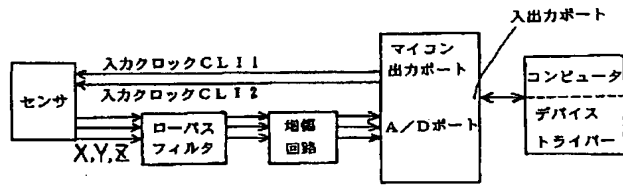
【図6】



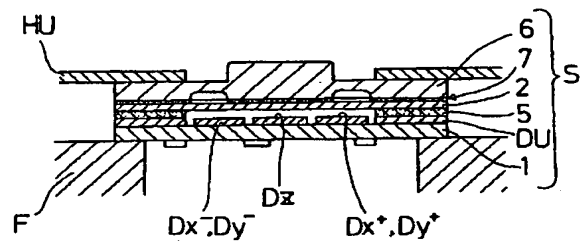
【図9】



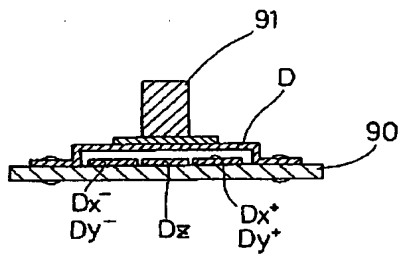
【図7】



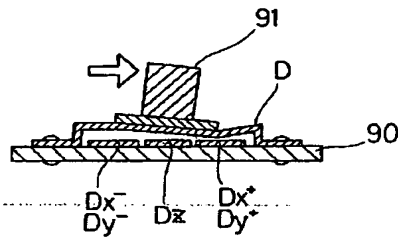
【図8】



【図10】



【図11】



【図12】

